

# **AJUSTAMENTO DA HETEROGENEIDADE DE VARIÂNCIAS POR TRANSFORMAÇÃO DE ESCALA EM CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO DE BOVINOS DA RAÇA TABAPUÃ<sup>1</sup>**

José Elivalto Guimarães Campêlo<sup>2</sup>

Paulo Sávio Lopes<sup>3,6</sup>

Robledo de Almeida Torres<sup>3,6</sup>

Luís Otávio Campos da Silva<sup>4,6</sup>

Ricardo Frederico Euclides<sup>3,6</sup>

Cláudio Vieira de Araújo<sup>5</sup>

Carmem Silva Pereira<sup>3</sup>

## **RESUMO**

Com base no banco de dados usado na avaliação genética nacional de bovinos da raça Tabapuã, objetivou-se verificar a utilização de transformações de escala para correção de heterogeneidade de variâncias entre classes formadas. Os dados foram estratificados, com base no desvio-padrão fenotípico dos grupos de contemporâneos do peso aos 120 dias, em três classes: baixo (< 14,9 kg), médio (de 14,9 a 18,3 kg) e alto (>18,9 kg) desvios-padrão fenotípicos. Realizaram-se análises por característica única geral, em modelos com ou sem efeitos maternos, com os pesos corrigidos aos 120, 240 e 420 dias de idade em cada classe, apresentados em escalas original e logarítmica e padronizada (divisão pelo desvio-padrão da classe). Constatou-se heterogeneidade de variâncias caracterizada pelo aumento

---

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado do primeiro autor. UFV – Viçosa, MG. Apoio Financeiro: PICDT-CAPES. Aceito para publicação em 19-07-2002

<sup>2</sup> Dep. de Zootecnia – UFPI, 64.049-550, Teresina, PI. [ds27653@correio.ufv.br](mailto:ds27653@correio.ufv.br).

<sup>3</sup> Dep. de Zootecnia – UFV, 36.571-000, Viçosa, MG. [plopes@ufv.br](mailto:plopes@ufv.br).

<sup>4</sup> Pesq. EMBRAPA – Gado de Corte. 79002-970 Campo Grande, MS. [lotavio@cnpqg.embrapa.br](mailto:lotavio@cnpqg.embrapa.br)

<sup>5</sup> Dep. de Zootecnia – FCAP, 66.077-530, Belém, PA. [araujocv@bol.com.br](mailto:araujocv@bol.com.br).

<sup>6</sup> Bolsista do CNPq.

das médias e dos componentes de variâncias da classe de baixo para a de alto desvio-padrão. No modelo sem efeitos maternos foi mais evidente a influência de variâncias heterogêneas sobre as herdabilidades das características. As transformações de escalas não se mostraram eficientes na eliminação da heterogeneidade de variâncias entre as classes de desvio-padrão fenotípico.

Palavras-chaves: gado de corte, peso do animal, componente de variância.

## ABSTRACT

### ADJUSTMENT FOR HETEROGENEITY OF VARIANCE BY SCALE TRANSFORMATION ON GROWTH TRAITS OF TABAPUÃ CATTLE

Data of national genetic evaluation of Tabapuã beef cattle were used to verify the effect of scale transformation due to heterogeneity of variances on growth traits. The data were classified based in the phenotypic standard deviation of the contemporary groups of weight at 120 days of age, in three classes : low (< 14.9 kg), medium (from 14.9 to 18.3 kg) and high (>18.3 kg) phenotypic standard deviation. A general single trait analysis was carried out for adjusted weights at 120, 240 and 420 days of age, in original and logarithmic scale and standardized (division by the phenotypic standard deviation of the class) using two models, with or without maternal effects, respectively. It was verified heterogeneity of variances by the increase of the averages and the variance components from the low to the high phenotypic standard deviation. The effect of the heterogeneity of variance on trait heritabilities was more evident in the model without maternal effects. Data transformation did not eliminate the heterogeneity of variances among classes of phenotypic standard deviation.

Key words: beef cattle, animal weight, variance component.

## INTRODUÇÃO

As avaliações genéticas em bovinos de corte e de leite são, em geral, realizadas nacionalmente e abrangem registros de produção de rebanhos de diferentes regiões geográficas, manejos alimentar e sanitário e diferenças genéticas. Por essa razão, os rebanhos chegam a diferir muito na média de produção e na variância fenotípica nas principais características de importância econômica. O problema de variâncias heterogêneas, em análises com BLUP, tem sido mais estudado em gado de leite do que em gado de corte. Datam da década de 50 os primeiros estudos sobre o comportamento dos componentes de variâncias, nos quais se avaliaram diferentes níveis de produção dos rebanhos.

Nesse tipo de avaliação genética, um número razoável de alternativas tem sido proposto para solucionar problemas relacionados com as variâncias heterogêneas: transformações logarítmicas (5), divisão dos dados em subgrupos menores com a obtenção de componentes de

variâncias dentro destes (8), modelos multiplicativos (12) e técnicas bayesianas (21).

Segundo Everett e Keown (5), o emprego, de forma não-aleatória entre e dentro de rebanhos, de touros por inseminação artificial, pelos pecuaristas de gado de leite, tem resultado em sérios problemas nas avaliações genéticas nacionais, que se refletem na heterogeneidade de variâncias entre os rebanhos, mais precisamente na constatação da associação entre médias e variâncias dos rebanhos. Esses autores sugeriram que a transformação dos dados para a escala logarítmica é uma alternativa para remover parte dessa relação entre médias e variâncias. Também, de acordo com Vinson (19), a transformação para a escala logarítmica é mais apropriada em análises lineares de modelos multiplicativos, nos quais os grupos de variâncias são proporcionais a suas médias, de modo que médias e variâncias sejam perfeitamente correlacionadas.

De Veer e Van Vleck (4) constataram, com registros transformados para escala logarítmica, maior variância residual no baixo nível de produção. Segundo os autores, é possível simular esse resultado, usando modelos com efeitos multiplicativos, mas ressaltaram que isso não responde qual modelo é o mais apropriado, se com dados originais ou com transformados. Porém, precauções devem ser tomadas quando da aplicação de transformação logarítmica.

A transformação logarítmica pode não ser eficiente na estabilização de variâncias, pois, nessa escala, as variâncias tendem a decrescer quando o nível de produção aumentar, subestimando, dessa forma, o valor genético de vacas em rebanhos de alta produção (14). Outros pesquisadores também constataram a ineficácia dessa transformação (2). No entanto, ao usarem regressão, Van Vleck et al. (18) verificaram, em registros tanto em escala original como em escala logarítmica, estimativas de herdabilidades mais altas nos rebanhos com maior produção do que naqueles com menor.

Segundo Falconer (6), fenômeno como mudanças de variância é chamado de efeito de escala se ele desaparece quando as medidas forem apropriadamente transformadas. Um teste conveniente para julgar o valor de uma transformação logarítmica é fornecido pela proporcionalidade do desvio-padrão e a média que se nota. Se duas distribuições têm a mesma variância numa escala logarítmica, então os coeficientes de variação, em unidades aritméticas, serão os mesmos. Assim, a constância do coeficiente de variação indica constância de variâncias. Se as variâncias forem comparadas, poder-se-ão, simplesmente, comparar os coeficientes de variação, em vez de expressar as variâncias em unidades logarítmicas.

Neste estudo, objetivou-se avaliar a importância da utilização de transformações como forma de correção de variâncias heterogêneas em

dados de características de pesos na pré-desmama, desmama e pós-desmama da raça Tabapuã, para obtenção de componentes de variâncias.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados analisados são procedentes do Controle de Desenvolvimento Ponderal dos rebanhos de bovinos Tabapuã, os quais compõem o Arquivo de Escrituração Zootécnica Nacional da raça, pertencente à Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ). O gerenciamento dos dados é feito pela EMBRAPA - Gado de Corte, em convênio com o Ministério da Agricultura.

Avaliou-se a utilização de transformação de escala na correção de variâncias heterogêneas nos pesos na pré-desmama, desmama e pós-desmama de animais nascidos de 1975 a 1998 e criados em pasto, referentes a 35.478, 34.303 e 26.892 animais, respectivamente, e corrigidos aos 120, 240 e 420 dias de idade.

Utilizaram-se os mesmos grupos de contemporâneos formados para a avaliação genética realizada pela EMBRAPA - Gado de Corte, divulgada no Sumário de Touros da Raça Tabapuã, em 2000. Nos grupos de contemporâneos, foram considerados os efeitos fixos de sexo, de rebanho e do ano e estação de nascimento dos animais. Os meses de nascimento dos animais foram agrupados em épocas 1 e 2, que correspondem aos de menor e maior incidência de chuvas (de abril a setembro e de outubro a março), respectivamente.

Utilizou-se o desvio-padrão fenotípico dos grupos de contemporâneos, do peso corrigido aos 120 dias de idade, como critério para estratificar os dados em três classes distintas. A classe de baixo desvio-padrão fenotípico correspondeu aos dados cujos desvios-padrão dos grupos de contemporâneos foram menores que 14,9 kg. Na classe de médio desvio-padrão fenotípico, esse valor foi maior ou igual a 14,9 kg e menor que 18,3 kg, e na classe de alto desvio-padrão fenotípico, maior ou igual a 18,3 kg. Após formadas as classes, foram impostas as seguintes restrições aos dados: o grupo de contemporâneo deveria apresentar, no mínimo, seis registros e cada pai deveria ter, no mínimo, três filhos em pelo menos duas das três classes de desvio-padrão.

Ao se admitir que o reprodutor apresentasse filhos em, pelo menos duas das três classes, objetiva-se contornar as limitações de tamanho no conjunto de dados, especificamente quanto ao peso aos 420 dias. Evita-se,

também, eliminar das análises aqueles reprodutores cujo sêmen tem preço elevado, que, possivelmente, é de uso restrito a rebanhos-elite, e aqueles que, mesmo com razoável número de progênes, tenham sido utilizados apenas nos rebanhos com pior manejo.

A descrição dos dados está no Quadro 1.

	Pesos corrigidos para idade-padrão		
	120 dias	240 dias	420 dias
<b>QUADRO 1 - Número de registros, de grupos de contemporâneos, para os pesos corrigidos aos 120, 240 e 420 dias de idade, obtidos após a utilização das restrições nos dados originais para a formação das classes de desvio-padrão fenotípico</b>			
<b>Sem classes de desvio-padrão</b>			
Número de registros	35.478	34.303	26.892
Grupos de contemporâneos	763	751	704
<b>Classe de baixo desvio-padrão</b>			
Número de registros	11.825	11.650	9.147
Grupos de contemporâneos	249	245	228
<b>Classe de médio desvio-padrão</b>			
Número de registros	11.603	11.201	8.766
Grupos de contemporâneos	194	193	181
<b>Classe de alto desvio-padrão</b>			
Número de registros	12.050	11.452	8.979
Grupos de contemporâneos	320	313	295

Após definidas as classes de desvio-padrão fenotípico, fez-se a investigação da heterogeneidade de variâncias genética e residual no conjunto de dados, recorrendo-se ao uso de transformações. Dentro de cada classe, os pesos corrigidos das idades-padrão foram transformados, utilizando-se as seguintes funções:

1) transformação logarítmica (logaritmo na base 10); e

2) 
$$\frac{\text{Peso na idade padrão}}{\text{Desvio padrão fenotípico do peso na classe}}$$

Para verificar se o uso das transformações promoveram a homogeneização das variâncias genética e residual, utilizou-se, como critério, a comparação do comportamento das variâncias obtidas dos pesos em escala original e nas escalas transformadas.

Os dois modelos, com e sem efeitos maternos, utilizados nas análises de característica única com dados dos pesos nos arquivos de cada classe, e também em arquivos que desconsideraram a formação das classes de desvio-padrão fenotípico, consideraram como efeitos fixos os grupos de contemporâneos, a idade da vaca como covariável (efeitos linear e quadrático) e os efeitos aleatórios de animal, materno e de erro. Nas análises sem efeito materno, o modelo difere apenas pela ausência desse componente. As observações de cada peso corrigido das idades-padrão foram descritas pelo modelo:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + m_j + h_k + b_1(w_{ijk} - \bar{w}) + b_2(w_{ijk} - \bar{w})^2 + e_{ijk},$$

em que

$y_{ijk}$  = peso corrigido da idade-padrão;

$\mu$  = constante associada a cada observação;

$a_i$  = efeito aleatório associado ao valor genético aditivo direto do  $i$ -ésimo animal, com média zero e variância  $\sigma_a^2$ ;

$m_j$  = efeito aleatório associado ao valor genético aditivo materno da  $j$ -ésima mãe, com média zero e variância  $\sigma_m^2$ ;

$h_k$  = efeito fixo do  $k$ -ésimo grupo de contemporâneo;

$w_{ijk}$  = idade ao parto da mãe do  $ijk$ -ésimo animal;

$\bar{w}$  = média da idade das mães no parto;

$b_1$  e  $b_2$  = coeficientes de regressão linear e quadrático do peso do animal de acordo com a idade da mãe no parto, respectivamente; e

$e_{ijk}$  = efeito aleatório residual associado à observação do animal  $i$ , no grupo de contemporâneo  $k$ , com média zero e variância  $\sigma_e^2$ .

Nas análises utilizou-se o modelo animal. As estimativas dos componentes de variâncias genéticas, com os dados em escala original e nas transformadas, foram obtidas pelo uso do programa MTDFREML (*Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood*) (1). Adotou-se como critério de convergência a variância dos valores da função  $-2 \log \lambda$ , do 'simplex', como sendo menor que  $10^{-9}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas (médias, coeficientes de variação e desvios-padrão fenotípicos) dos pesos na pré-desmama, corrigidos aos 120 dias; na desmama, aos 240 dias; e na pós-desmama, aos 420 dias, nos conjuntos de dados das classes de baixo, médio e alto desvios-padrão fenotípicos e também dos dados que desconsideram a formação dessas classes, estão no Quadro 2.

QUADRO 2 – Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação fenotípicos dos pesos aos 120, 240 e 420 dias de idade, nas classes de desvio-padrão fenotípico e nos dados sem considerar a formação dessas classes					
Pesos	Itens	Classes de desvio-padrão fenotípico			
		Baixo	Médio	Alto	Geral
120 dias de idade	Média (kg)	115,11	117,50	121,19	117,96
	Desvio-padrão	16,69	18,49	22,56	19,59
	Coef. de variação (%)	14,50	15,74	18,61	16,61
240 dias de idade	Média (kg)	192,26	193,87	194,99	193,69
	Desvio-padrão	29,41	31,52	32,79	31,28
	Coef. de variação (%)	15,30	16,26	16,82	16,15
420 dias de idade	Média (kg)	241,59	244,49	250,04	245,36
	Desvio-padrão	35,48	38,26	39,26	37,84
	Coef. de variação (%)	14,69	15,65	15,70	15,42

Ao se analisarem comparativamente os pesos em diferentes idades, constata-se que os valores das médias e dos desvios-padrão eram maiores à medida que o animal envelhecia. O comportamento do desvio-padrão fenotípico foi similar ao observado por Garrick et al. (9), que afirmaram ser este um fato freqüentemente constatado em estudos de crescimento, como resposta dos animais ao tempo.

A estratégia usada neste estudo para agrupar os dados em três classes, segundo os desvios-padrão fenotípicos dos grupos de contemporâneos, resultou em comportamento similar das médias dos três pesos estudados, constatando-se acréscimo à medida que o desvio-padrão fenotípico das classes aumentava. Essa indicação aparente da correlação entre médias e variâncias é similar ao que também foi observado, no caso de produção de gado de leite, por alguns autores (10, 17), em estudos com metodologias similares à adotada neste estudo.

O comportamento das médias e dos desvios-padrão fenotípicos apresentado pelos pesos em cada idade, nas diferentes classes, confirma a presença de variâncias heterogêneas no conjunto de dados, como também constatado por Ibañez et al. (11) e Carvalheiro et al. (3) ao estratificarem dados com base nas variâncias dos grupos de contemporâneos.

Outros critérios também têm mostrado eficiência na constatação de heterogeneidade de variâncias. Como exemplo, tem-se a estratificação de dados com base nas médias de produção ou nas variâncias dos rebanhos, que, segundo Famula (7), pode ser considerada estratégia relativamente simples e muito utilizada em gado de leite. Por outro lado, esse autor afirmou que a constatação de variâncias heterogêneas poderia ser mais eficaz se baseada na comparação 'rebanho a rebanho' ou em outra estratégia livre de seleção, o que não condiz totalmente com as afirmações de Visscher (20), que, por simulação, constatou serem relativamente pequenos os efeitos de seleção.

Os coeficientes de variação apresentaram-se com comportamentos similares aos dos desvios-padrão. Esse fato, segundo Falconer (6), indica que as mudanças de variâncias que se observaram entre as classes não poderiam ser atribuídas, em maior parte, à escala das medidas.

Nos Quadros 3, 4 e 5 encontram-se as estimativas dos componentes de variâncias aditivas direta e materna, as variâncias residuais e as herdabilidades dos efeitos genéticos direto e materno dos pesos corrigidos aos 120, 240 e 420 dias de idade, respectivamente, em cada classe de desvio-padrão nas escalas original, logarítmica e padronização (foi dividido o valor do registro pelo desvio-padrão fenotípico da classe).

Observa-se, em cada peso apresentado em escala original, que as variâncias estimadas cresceram com o aumento do desvio-padrão fenotípico das classes ou não foram aparentemente constantes, o que caracteriza heterogeneidade de variâncias entre as classes de desvio-padrão. Esse comportamento é similar ao que tem sido observado em gado de leite, quando também são utilizados procedimentos de estratificação dos dados com base na média e, ou, nas variâncias da produção de leite e, ou, de gordura (10, 16), dentre outros.

Com relação aos pesos na escala logarítmica, constata-se que aos 120 e 240 dias de idade houve acréscimo nas estimativas de variâncias aditiva direta e residual, à semelhança do que ocorreu com esses pesos na escala original, o que condiz com os resultados obtidos por Short et al. (16), que avaliaram a característica produção de leite.

Nas estimativas de variâncias do peso aos 420 dias de idade e variâncias aditivas maternas nos outros pesos não foi constatada a mesma tendência de acréscimo. No entanto, não foram observados valores constantes de pesos nas diferentes classes de desvio-padrão. Esses resultados indicam que a transformação dos dados para a escala logarítmica não corrigiu, de forma eficiente, a heterogeneidade de variâncias nas



classes de desvio-padrão fenotípico formadas, comportamento que se assemelha ao constatado por diversos autores (2, 5, 8, 13), em pesquisa da mesma natureza, referente a bovinos de leite.

**QUADRO 3 - Variâncias aditivas direta ( $\sigma^2_a$ ) e materna ( $\sigma^2_m$ ), variâncias residuais ( $\sigma^2_e$ ), herdabilidades direta ( $h^2_a$ ) e materna ( $h^2_m$ ) do peso aos 120 dias, nas classes de baixo, médio e alto desvios-padrão fenotípicos, com registros em escalas original e logarítmica e divisão pelo desvio-padrão fenotípico da classe**

Classes de desvio-padrão	Escalas	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_m$	$\sigma^2_e$	$h^2_a$	$h^2_m$
Baixo	Escala original	38,98	24,92	130,97	0,22	0,14
	Escala logarítmica	$5 \times 10^{-4}$	$4 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-3}$	0,22	0,14
	Padronização	0,140	0,089	0,470	0,22	0,14
Médio	Escala original	56,05	53,94	178,22	0,22	0,21
	Escala logarítmica	$7 \times 10^{-4}$	$7 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-3}$	0,20	0,20
	Padronização	0,164	0,158	0,522	0,22	0,21
Alto	Escala original	82,40	34,63	271,60	0,22	0,09
	Escala logarítmica	$1,1 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-4}$	$3,8 \times 10^{-3}$	0,21	0,10
	Padronização	0,162	0,068	0,534	0,22	0,09

**QUADRO 4 - Variâncias aditivas direta ( $\sigma^2_a$ ) e materna ( $\sigma^2_m$ ), variâncias residuais ( $\sigma^2_e$ ), herdabilidades direta ( $h^2_a$ ) e materna ( $h^2_m$ ) do peso aos 240 dias nas classes de baixo, médio e alto desvios-padrão fenotípico, com registros em escalas original e logarítmica e divisão pelo desvio-padrão fenotípico da classe**

Classes de desvio-padrão	Escalas	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_m$	$\sigma^2_e$	$h^2_a$	$h^2_m$
Baixo	Escala original	117,01	99,66	477,16	0,18	0,16
	Escala logarítmica	$7 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-3}$	0,20	0,16
	Padronização	0,155	0,115	0,552	0,18	0,16
Médio	Escala original	159,92	160,21	492,55	0,22	0,22
	Escala logarítmica	$8 \times 10^{-4}$	$8 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-3}$	0,22	0,23
	Padronização	0,161	0,161	0,496	0,22	0,22
Alto	Escala original	175,10	156,84	564,78	0,21	0,19
	Escala logarítmica	$9 \times 10^{-4}$	$8 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-3}$	0,21	0,20
	Padronização	0,163	0,146	0,525	0,21	0,19

O acréscimo proporcional das variâncias aditivas direta e das residuais com o aumento do desvio-padrão fenotípico das classes, constatado no peso aos 120 dias (Quadro 3), resultou em valores de herdabilidades dos efeitos genéticos direto muito próximos, independentemente da escala considerada, concordando com Torres et al. (17). Isso caracteriza a inexistência de efeito considerável da heterogeneidade de variâncias entre as classes sobre a herdabilidade e sugere a baixa influência das transformações utilizadas.

As herdabilidades dos efeitos genéticos direto dos pesos aos 240 e 420 dias (Quadros 4 e 5), no entanto, foram ligeiramente maiores na classe de médio desvio-padrão. Por outro lado, nas três escalas não ficou aparente a influência das transformações utilizadas, pois foi mantida a proporção dos valores entre as classes nas diferentes escalas, concordando com Marion et al. (13).

**QUADRO 5 - Variâncias aditivas direta ( $\sigma^2_a$ ) e materna ( $\sigma^2_m$ ), variâncias residuais ( $\sigma^2_e$ ) e herdabilidades direta ( $h^2_a$ ) e materna ( $h^2_m$ ) do peso aos 420 dias nas classes de baixo, médio e alto desvios-padrão fenotípicos, com registros em escalas original e logarítmica e divisão pelo desvio-padrão fenotípico da classe**

Classes de desvio-padrão	Escalas	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_m$	$\sigma^2_e$	$h^2_a$	$h^2_m$
Baixo	Escala original	98,85	33,21	747,53	0,11	0,04
	Escala logarítmica	$3 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-3}$	0,12	0,04
	Padronização	0,079	0,026	0,594	0,11	0,04
Médio	Escala original	168,04	23,39	859,47	0,17	0,02
	Escala logarítmica	$6 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-3}$	0,18	0,02
	Padronização	0,115	0,017	0,587	0,17	0,02
Alto	Escala original	136,84	61,65	847,09	0,13	0,06
	Escala logarítmica	$5 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-3}$	0,15	0,06
	Padronização	0,089	0,040	0,549	0,13	0,06

Observou-se que, quanto aos pesos aos 120 e 240 dias de idade em escala original, as variâncias atribuídas aos efeitos maternos foram mais expressivas na classe de médio desvio-padrão, resultando em maior valor de herdabilidade materna nessa classe, ficando também caracterizadas as variâncias heterogêneas. Já no peso aos 420 dias, os valores apresentados

foram muito pequenos, o que já era esperado, baseando-se em resultados de literatura referente a este peso em bovinos de corte.

No Quadro 6 encontram-se as estimativas dos componentes de variâncias genéticas e residuais e as herdabilidades dos pesos corrigidos aos 120, 240 e 420 dias de idade, em cada classe de desvio-padrão nas escalas original, logarítmica e padronização, em análises sem efeitos maternos no modelo.

Nas análises sem efeitos maternos ficou mais evidente a influência da heterogeneidade de variâncias entre as classes de desvio-padrão sobre os componentes de variâncias e sobre as herdabilidades dos pesos estudados, sendo os valores de herdabilidades maiores na classe de alto desvio-padrão fenotípico, independentemente das escalas. Também está relativamente claro o quanto foi ineficiente a utilização de transformações de escala, condizendo esse resultado com o de vários autores (13, 14, 15, 16, 17), para os quais a transformação logarítmica é ineficaz, se utilizada com o intuito de remover a heterogeneidade de variâncias.

A obtenção de estimativas de variâncias com dados em escala logarítmica mostrou ser um procedimento relativamente cômodo e de fácil uso, o que condiz com autores que atribuem sua utilização a essa simplicidade operacional. No entanto, nessa escala, como os valores são relativamente pequenos, do ponto de vista prático esse manuseio é aparentemente dificultado, pois estão mais sujeitos a erros, principalmente de aproximação (14). Com base nos resultados aqui observados e de acordo com Garrick e Van Vleck (8), verifica-se que o tratamento da heterogeneidade de variâncias genéticas e residual, pelo uso de transformações para a escala logarítmica, é uma abordagem muito simplista.

Houve ineficácia na homogeneização de variâncias entre as classes de desvio-padrão fenotípico quando se usou transformação pela divisão dos registros pelo desvio-padrão fenotípico da classe. Nesse caso, foi mantida, nos valores das variâncias e herdabilidades, a mesma proporcionalidade observada nos registros em escala original, como também constatarem Torres et al. (17).

Os resultados são evidências suficientes para se questionar o uso de transformação dos registros de produção da raça Tabapuã para a escala logarítmica, quando da avaliação genética nacional, o que discorda da proposta apresentada por Everett e Keown (5), para avaliação genética nacional de gado de leite.

**QUADRO 6 -** Variâncias genética ( $\sigma^2_g$ ) e residuais ( $\sigma^2_e$ ) e herdabilidades ( $h^2$ ) dos pesos aos 120, 240 e 420 dias de idade nas classes de baixo, médio e alto desvios-padrão fenotípicos, com registros em escalas original e logarítmica e padronização (divisão pelo desvio-padrão fenotípico da classe)

Escalas	Peso aos 120 dias de idade			Peso aos 240 dias de idade			Peso aos 420 dias de idade		
	$\sigma^2_g$	$\sigma^2_e$	$h^2$	$\sigma^2_g$	$\sigma^2_e$	$h^2$	$\sigma^2_g$	$\sigma^2_e$	$h^2$
	Classe de baixo desvio-padrão								
Original	38,42	137,26	0,22	147,84	495,34	0,23	127,44	758,21	0,14
Logarítmica	$5,8 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-3}$	0,22	$8,7 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-3}$	0,26	$4,3 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-3}$	0,16
Padronização	0,138	0,492	0,22	0,171	0,573	0,23	0,101	0,602	0,14
	Classe de médio desvio-padrão								
Original	59,68	192,66	0,24	194,14	528,09	0,27	145,67	866,44	0,14
Logarítmica	$8 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-3}$	0,22	$1,1 \times 10^{-3}$	$2,7 \times 10^{-3}$	0,28	$5 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-3}$	0,16
Padronização	0,174	0,564	0,24	0,195	0,531	0,27	0,100	0,592	0,14
	Classe de alto desvio-padrão								
Original	120,09	268,83	0,31	267,66	568,34	0,32	177,64	860,21	0,17
Logarítmica	$1,6 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$	0,30	$1,5 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^{-3}$	0,31	$6 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-3}$	0,19
Padronização	0,236	0,528	0,31	0,249	0,529	0,32	0,115	0,558	0,17

## CONCLUSÕES

1) Estimativas de herdabilidade dos pesos de pré e pós-desmama revelam a presença de heterogeneidade de variância entre rebanhos.

2) Transformações de dados se mostram ineficientes como forma de correção de variâncias heterogêneas em dados de características de pesos na pré-desmama, desmama e pós-desmama.

3) No modelo de avaliação genética nacional da raça Tabapuã, é importante a inclusão do efeito materno, como forma de conter parte da influência de variâncias heterogêneas sobre as herdabilidades das características ponderais.

## REFERÊNCIAS

1. BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; VAN TASSEL, C. P. & KACHMAN, S. D. A manual for use of MTDFREML: A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT). Lincoln, Department of Agriculture/Agriculture Research Service, 1995. 120p.
2. BROTHERSTONE, S. & HILL, W. G. Heterogeneity of variance amongst herds for milk production. *Animal Production*, 42: 297-303, 1986.
3. CARVALHEIRO, R.; FRIES, L.A. & ALBUQUERQUE, L.G. de. Heterogeneidade de variâncias na avaliação genética de bovinos de corte: estudo de simulação. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37<sup>a</sup>, Viçosa, 2000. Anais, SBZ, 2000 p.233.
4. DE VEER, J.C. & VAN VLECK, L.D. Genetic parameters for first lactation milk yields at three levels of herd production. *J. Dairy Sci.*, 70:1434-41, 1987.
5. EVERETT, R.W. & KEOWN, J.F. Mixel model sire evaluation with dairy cattle – experience and gain. *Journal of Dairy Science*, 59:529-41, 1984.
6. FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Trad. Silva, M.A. & Silva, J.C. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1987. 279p.
7. FAMULA, T. R. Detection of heterogeneous variance in herd production groups. *Journal of Dairy Science*, 72:715-21, 1989.
8. GARRICK, D.J. & VAN VLECK, L.D. Aspects of selection for performance in several environments with heterogeneous variances. *Journal of Animal Science*, 65:409-21, 1987.
9. GARRICK, D. J.; POLLAK, R. L.; QUAAS, R. L. & VAN VLECK, L. D. Variance heterogeneity indirect and maternal weight traits by sex percent purebred for Simmental-sired calves. *Journal of Animal Science*, 67:2515-28, 1989.
10. HILL, W.G.; EDWARDS, M.R.; AHMED, M.K.A. & THOMPSON, R. Heritability of milk yield and composition at different levels and variability of production. *Animal Production*, 36:59-68, 1983.
11. IBAÑEZ, M.A.; CARABAÑO, M.J.; FOULLEY, J.L. & ALENDA, R. Heterogeneity of herd-period phenotypic variances in the Spanish holstein-friesian cattle: sources of heterogeneity and genetic evaluation. *Liv. Prod. Sci.*, 45:137-47, 1996.
12. KACHMAN, S. D. & EVERETT, R. W. A multiplicative mixed model when the variances are heterogeneous. *Journal of Dairy Science*, 76:859-67, 1993.

13. MARION, A. E.; RORATO, P. R. N.; FERREIRA, G. B. B.; EVERLING, D. M.; FERNANDES, H. D. & RIGON, J. L. Ajuste para heterogeneidade de variâncias para as características produtivas em diferentes rebanhos da raça Holandesa de diferentes níveis de produção. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37<sup>a</sup>, Viçosa, 2000. Anais, SBZ, 2000 p. 190.
14. MIRANDE, S.L. & VAN VLECK, L.D. Trends in genetic and phenotypic variances for milk production. *Journal of Dairy Science*. 68:2278-86, 1985.
15. RAMOS, A. A.; VALÊNCIA, E. F. T.; WECHSLER, F. S. & GONÇALVES, H. C. Heterogeneidade de variâncias das características de produção de bovinos da raça holandesa no trópico: I. Estratificação por produção de rebanho. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33<sup>a</sup>, Fortaleza, 1996. Anais, SBZ, 1996, p. 71-3.
16. SHORT, T.H.; BLAKE, R.W.; QUAAS, R.L. & VAN VLECK, L. D. Heterogeneous within-herd variance. 1. Genetic parameters for first and second lactation milk yields of grade Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 73:3312-20, 1990.
17. TORRES, R.A.; BERGMANN, J.A.G.; COSTA, C.N.; PEREIRA, C.S.; VALENTE, J.; PENNA, V.M. & TORRES FILHO, R.A. Ajustamento de variâncias para a produção de leite entre rebanhos da raça holandesa no Brasil. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 28:295-303, 1999.
18. VAN VLECK, L. D.; COX, L. R. & MIRANDE, S.L. Heritability estimates of milk production from daughter on dam regression by year and management level. *Journal of Dairy Science*, 68:2964-9, 1985.
19. VINSON, W. E. Potential bias in genetic evaluations from differences in variation within herds. *Journal of Dairy Science*, 70:2450-5, 1987.
20. VISSCHER, P. M. On the estimation of variances within herd-mean production groups. *Journal of Dairy Science*, 74:1987-92, 1991.
21. WEIGEL, K.A. & GIANOLA, D. Estimation of heterogeneous within-herd variance components using empirical bayes methods: a simulation study. *Journal of Dairy Science*, 75:2824-33, 1992.